

الباب الثاني

التحليل الكيمائي



التحليل الكيميائي Chemical Analysis

التحليل الكيميائي :- هو أحد فروع الكيمياء الذى يهتم بدراسة الطرق والأجهزة المستخدمة فى معرفة العناصر المكونة للمواد ونسبة كل عنصر أو مكون فى المركب

ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم العلم مثل الطب والزراعة .....

في مجال الطب :

١- تشخيص الامراض.
٢- تقديرنسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول.
٣- تسهل مهمة الطبيب في التشخيص والعلاج.
٤- تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء.

في مجال الزراعة :

١ـ معرفة خواصة التربة من حيث الحموضة والقاعدية وبالتالي تحسين خواص التربة و المحاصيل .
٢ـ معرفة نوع ونسب العناصر الموجودة بها وبالتالي يمكن معالجتها بإضافة الاسمدة المناسبة .

في مجال الصناعة:

التحليل الكيميائي للخامات والمنتجات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية

في مجال خدمة البيئة :

١ـ معرفة وقياس محتوى المياه والاغذية من الملوثات البيئية الضارة .
٢ـ معرفة نسب غازات اول اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكبريت واكاسيد النيتروجين في الجو.

انواع التحليل الكيميائي :

- يتم التحليل الكيميائي للمادة بنوعين من التحاليل:

التحليل الكيفي(الوصفي)(النوعي)

يهدف إلي التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحا بسيطاً) او مخلوطاً من عدة مواد

هو عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات

التحليل الكمي

يهدف إلي تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة

ولابد من إجراء عملية التحليل الكيفي أولاً للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن أختيار انسب الطرق لتحليلها كمياً

أولاً التحليل الكيميائي الوصفى (الكيفى أو النوعى)

■ ذكرنا أن التحليل الوصفي يهدف إلي التعرف علي مكونات الماده سواء كانت مادة نقية أو مخلوطاً من عدة مواد فإذا كانت مادة نقية فإنه يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل درجة الإنصهار ودرجة الغليان والكتلة المولية ..... إلخ

■ واذا كانت مخلوطاً فيجب أولاً إجراء فصل المواد النقية كل على حدة ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية بإستخدام الكواشف المناسبة

■ ويضم التحليل الكيميائي الوصفي فرعين:

١- تحليل المركبات العضوية	٢- تحليل المركبات غير العضوية
يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب .	يتم فيها التعرف على الأيونات التى يتكون منها المركب غير العضوى . ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدى) والأنيونات (الشق الحامضى) .

وسنكتفى فى دراسة التحليل الوصفى على الكشف عن الكاتيونات والأنيونات فى المركبات غير العضوية

(أ) الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاث مجموعات لكل منها كاشف معين وهذه المجموعات هى :

١- أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

٢- أنيونات حمض الكبريتيك المركز

٣- أنيونات محلول كلوريد الباريوم

(1) مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف

وتشمل هذه المجموعة أنيونات الكربونات CO_3^{-2} ، والبيكربونات HCO_3^- ، والكبريتيت SO_3^{-2} ، والكبريتيد S^{-2} ، والثيوكبريتات $S_2O_3^{-2}$ ، والنيتريت NO_2^- .

الأساس العلمى : يعتمد أساس هذا الكشف على أن حمض الهيدروكلوريك أثبت من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات وعند تفاعل الحمض مع أملاح هذه الأنيونات فإن الحمض الأكثر ثباتاً يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً والسهلة التطاير أو الإنحلال على هيئة **غازات** يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين الذى يساعد على طرد الغازات .

إى أن حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض الآتية: حمض الكربونيك (H_2CO_3) ، حمض الكبريتوز (H_2SO_3)، حمض الهيدروكبريتيك (H_2S)، حمض الثيوكبريتيك $(H_2S_2O_3)$، حمض النيتروز (HNO_2)



الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الكربونات	CO_3^{-2}	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق $Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$ $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$ يمرر الغاز لفترة قصيرة حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات كالسيوم فيختفى الراسب
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض على البارد يذوب فى حمض الهيدروكلوريك $Na_2CO_3 + MgSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + MgCO_3\downarrow$ $MgCO_3 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O + CO_2$ ملحوظة: جميع كربونات الفلزات لا تذوب فى الماء عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم وتذوب جميعها فى الأحماض

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
البيكربونات	HCO_3^-	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يحدث فوران ويتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر ماء الجير الرائق $NaHCO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$ ملحوظة: جميع البيكربونات قابلة للذوبان فى الماء
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم يتكون راسب أبيض بعد التسخين $2NaHCO_3 + MgSO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + Mg(HCO_3)_2$ $Mg(HCO_3)_2 \xrightarrow{\Delta} MgCO_3\downarrow + H_2O + CO_2$

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الكبريتيت	SO_3^{-2}	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد ثانى أكسيد الكبريت ذى الرائحة النفاذة $Na_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2\uparrow$ يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين $Na_2SO_3 + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + Ag_2SO_3\downarrow$



الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الكبريتيد	S^{-2}	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذى الرائحة الكريهة $Na_2S + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2S\uparrow$ يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص $(CH_3COO)_2Pb + H_2S \longrightarrow 2CH_3COOH + PbS$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أسود من كبريتيد الفضة $Na_2S + 2AgNO_3 \longrightarrow 2NaNO_3 + Ag_2S\downarrow$

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الثيوكبريتات	$S_2O_3^{-2}$	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد ثانى أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر نتيجة لتعلق الكبريت فى المحلول $Na_2S_2O_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2\uparrow + S\downarrow$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول اليود —— يزول لون اليود البنى $2Na_2S_2O_3 + I_2 \longrightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$ رباعى ثيونات الصوديوم

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
النيتريت	NO_2^{-}	الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف يتصاعد أكسيد النيتريك عديم اللون $NaNO_2 + 2HCl \longrightarrow NaCl + HNO_2$ $3HNO_2 \longrightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO\uparrow$ يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البنى المحمر $2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2\uparrow$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز يزول اللون البنفسجى للبرمنجانات $5NaNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5NaNO_3 + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$

علل:
(١) يستخدم حمض الهيدروكلوريك فى الكشف عن النيتريت ولا يستخدم للكشف عن النترات.
(٢) تعكر ماء الجير عند أمرار CO_2 فيه لمدة قصيرة واختفاء التعكير عند أمراره لفترة طويلة.
(٣) تعلق راسب أصفر عند أضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ملح ثيوكبريتات الصوديوم .

كيف تميز بين: كربونات الصوديوم و بيكربونات الصوديوم.

التجربة	كربونات الصوديوم	بيكربونات الصوديوم
محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم	يتكون راسب أبيض فى الحال على البارد بسبب تكون كربونات الماغنسيوم التى لا تذوب فى الماء $Na_2CO_3 + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + MgCO_3$	يتكون راسب أبيض بعد التسخين بسبب انحلال بيكربونات الماغنسيوم إلى كربونات ماغنسيوم وماء $2NaHCO_3 + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + Mg(HCO_3)_2$ $Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + H_2O + CO_2$

كيف تميز بين: كبريتيت الصوديوم و كبريتيد الصوديوم.

التجربة	كبريتيت الصوديوم	كبريتيد الصوديوم
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته نفاذة يخضر ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $Na_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$ $K_2Cr_2O_7 + 3SO_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته كريهه يسود ورقة مبللة إسيتات (خلات) الرصاص $Na_2S + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2S$ $(CH_3COO)_2Pb + H_2S \rightarrow 2CH_3COOH + PbS$
أو بإستخدام محلول نترات الفضة + محلول الملح	يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين (مع كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة)	يتكون راسب أسود (مع كتابة المعادلات الكيميائية الموزونة)

كيف تميز بين: ثيوكبريتات الصوديوم و نترات الصوديوم.

التجربة	ثيوكبريتات الصوديوم	نترات الصوديوم
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف	يتصاعد غاز عديم اللون رائحته نفاذة مع ظهور راسب أصفر بسبب تعلق الكبريت $Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S$	لا يحدث تفاعل لأن حمض الهيدروكلوريك أقل ثباتاً من حمض النيتريك (HNO_3) المشتق منه أنيون النترات (NO_3^-)

علل: (١) يزول لون اليود البنى عند إضافة محلول ثيوكبريتات الصوديوم إليه.

ج : بسبب تكون رباعى ثيونات الصوديوم $(Na_2S_4O_6)$ عديم اللون

$$2Na_2S_2O_3 + I_2 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$$

(2) مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز

■ وتشمل هذه المجموعة الأنيونات الآتية :

الكلوريد (Cl^-) – البروميد (Br^-) - اليوديد (I^-) ـ النترات (NO_3^-)

الأساس العلمى : يعتمد أساس هذا الكشف على أن حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التى أشتقت منها هذه الأنيونات وعند إضافة حمض الكبريتيك المركز لأملاح هذه الأنيونات ثم التسخين تنفصل هذه الأحماض فى صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة

إى أن حمض الكبريتيك أكثر ثباتاً من: حمض الهيدروكلوريك (HCl)، حمض الهيدروبروميك (HBr)، حمض الهيدرويوديك (HI)، حمض النيتريك (HNO_3) ، وجميعها أكثر ثباتاً من حمض الهيدروكلوريك

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الكلوريد	Cl^-	الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون $2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$ الذى يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بمحلول النشادر $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$ سحب بيضاء
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض من كلوريد الفضة $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$ راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ـ يذوب فى محلول النشادر المركز

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
البروميد	Br^-	الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون $2NaBr + H_2SO_4 \xrightarrow{conc./heat} Na_2SO_4 + 2HBr\uparrow$ الذى يتأكسد جزئياً وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشا $2HBr + H_2SO_4 \xrightarrow{conc.} 2H_2O + SO_2 + Br_2$ برتقالية حمراء
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أبيض مصفر من بروميد الفضة $NaBr + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgBr\downarrow$ أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ـ يذوب ببطء فى محلول النشادر المركز





الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
اليوديد	I^-	الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون $2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc./heat} K_2SO_4 + 2HI\uparrow$ يتأكسد جزئياً بسرعةوتنفصل أبخرة اليود بلونها البنفسجي تسبب زرقة ورقة مبللة بمحلول النشا $2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc.} 2H_2O + SO_2 + I_2$ أبخرة بنفسجية
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أصفر من يوديد الفضة $NaI + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgI\downarrow$ راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
النترات	NO_3^-	الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز تتصاعد أبخرة بنية محمرة من ثانى أكسيد النيتروجين نتيجة لتحليل حمض النيتريك المنفصل $2NaNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{conc./heat} Na_2SO_4 + 2HNO_3$ $4HNO_3 \xrightarrow{heat} 2H_2O + 4NO_2 + O_2$ وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس $4HNO_3 + Cu \xrightarrow{conc./heat} Cu(NO_3)_2 + 2H_2O + 2NO_2$
التجربة التأكيدية		**اختبار الحلقة بنية** محلول ملح النترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد (II) + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلى لأنبوبة الأختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل $2NaNO_3 + 6FeSO_4 + 4H_2SO_4 \xrightarrow{conc.} 3Fe_2(SO_4)_3 + Na_2SO_4 + 4H_2O + 2NO$ $FeSO_4 + NO \longrightarrow FeSO_4.NO$ مركب الحلقة البنية تزول الحلقة البنية بالرج أو التسخين

علل: عند إضافة حمض الكبريتيك المركز إلى ملح يوديد البوتاسيوم تتصاعد أبخرة بنفسجية.

ج : بسبب تكون يوديد الهيدروجين عديم اللون الذى يتأكسد جزئياً وتنفصل أبخرة اليود البنفسجية

$2KI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc.} K_2SO_4 + 2HI$

$2HI + H_2SO_4 \xrightarrow{conc.} 2H_2O + SO_2 + I_2$





سؤال : رتب الأحماض الآتية تصاعدياً حسب ثباتها :
حمض الهيدروكلوريك ، حمض النيتريك، حمض الكبريتيك ، حمض الكبريتوز

الغازات المتصاعدة من أنيونات حمض الهيدروكلوريك والكشف عنها

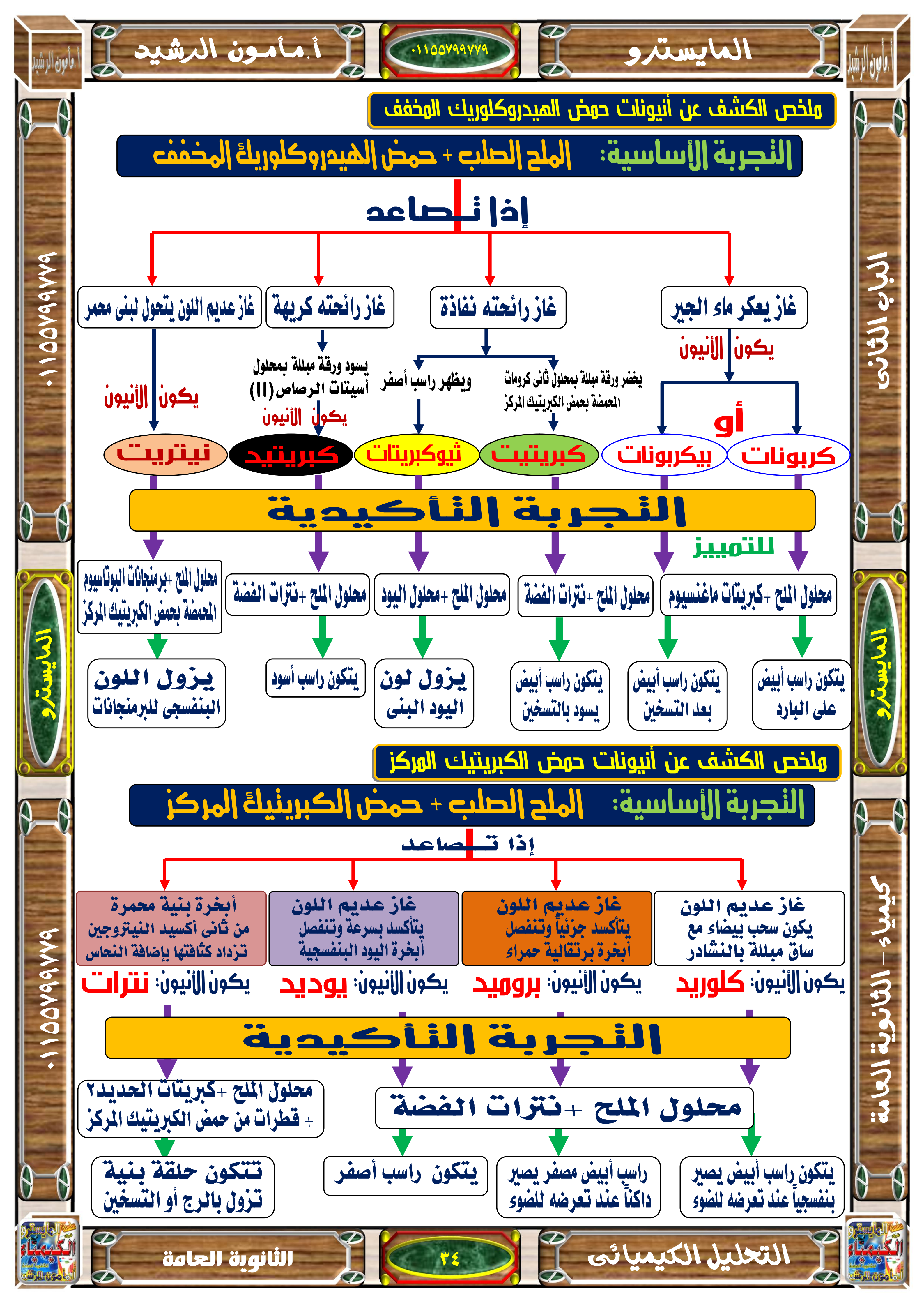
عند أضافة حمض الهيدروكلوريك إلى الملح الصلب يتصاعد غاز		
الغاز	**الكشف عنه**	**الأنيون المحتمل**
CO_2	يمرر على ماء الجير الرائق فيتعكر	كربونات أو بيكربونات
SO_2	يمرر على ورقة مبللة بثانى كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز تتحول لـ اللون الأخضر	كبريتيت ثيوكبريتات إذا تعلق راسب أصفر
H_2S	يمرر على ورقة مبللة بأسيتات (خلات) الرصاص تتحول لـ اللون الأسود	كبريتيد
NO	تعرضه للهواء الجوى عند فوهة الأنبوبة يتحول لـ اللون البنى المحمر (بسبب تكون NO_2)	نيتريت

الغازات المتصاعدة من أنيونات حمض الكبريتيك والكشف عنها

عند أضافة حمض الكبريتيك إلى الملح الصلب يتصاعد غاز		
الغاز	**الكشف عنه**	**الأنيون المحتمل**
HCl	يمرر على ساق مبللة بالنشادر تتكون سحب بيضاء	كلوريد
HBr	يتأكسد سريعاً وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء	بروميد
HI	يتأكسد سريعاً وتنفصل أبخرة بنفسجية	يوديد
NO_2	اللون البنى المحمر (تزيد كثافته بأضافة خراطة نحاس)	نيترات

تجارب تأكيدية يُستخدم فيها محلول نترات الفضة

محلول الملح + محلول نترات الفضة	
المشاهدة	**الأنيون**
يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ويذوب فى محلول النشادر المركز	كلوريد
يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويذوب ببطئ فى محلول النشادر المركز	بروميد
يتكون راسب أصفر ولا يذوب فى محلول النشادر المركز	يوديد
يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين	كبريتيت
يتكون راسب أسود	كبريتيد
يتكون راسب أصفر يذوب فى محلول النشادر وفى حمض النيتريك	فوسفات


المايسترو
٠١١٥٥٧٩٩٧٧٩
أ.مأمون الرشيد
ملخص الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف
التجربة الأساسية: الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف
إذا تصاعد
غاز يعكر ماء الجير
يكون الأنيون
أو
كربونات
بيكربونات
غاز رائحته نفاذة
يخضر ورقة مبللة بمحلول ثانى كرومات المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
كبريتيت
ويظهر راسب أصفر
ثيوكبريتات
غاز رائحته كريهة
يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II)
يكون الأنيون
كبريتيد
غاز عديم اللون يتحول لبنى محمر
يكون الأنيون
نيتريت
التجربة التأكيدية
للتمييز
محلول الملح + كبريتات ماغنسيوم
يتكون راسب أبيض على البارد
يتكون راسب أبيض بعد التسخين
محلول الملح + نترات الفضة
يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين
محلول الملح + محلول اليود
يزول لون اليود البنى
محلول الملح + نترات الفضة
يتكون راسب أسود
محلول الملح + برمنجانات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز
يزول اللون البنفسجى للبرمنجانات
ملخص الكشف عن أنيونات حمض الكبريتيك المركز
التجربة الأساسية: الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز
إذا تصاعد
غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء مع ساق مبللة بالنشادر
يكون الأنيون: كلوريد
غاز عديم اللون يتأكسد جزئياً وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء
يكون الأنيون: بروميد
غاز عديم اللون يتأكسد بسرعة وتنفصل أبخرة اليود البنفسجية
يكون الأنيون: يوديد
أبخرة بنية محمرة من ثانى أكسيد النيتروجين تزداد كثافتها بإضافة النحاس
يكون الأنيون: نترات
التجربة التأكيدية
محلول الملح + نترات الفضة
يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء
راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء
يتكون راسب أصفر
محلول الملح + كبريتات الحديد٢ + قطرات من حمض الكبريتيك المركز
تتكون حلقة بنية تزول بالرج أو التسخين
الباب الثانى
كيمياء - الثانوية العامة
التحليل الكيميائى
٣٤
الثانوية العامة

(3) مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم

- تشمل هذه المجموعة أنيونات : الفوسفات (PO_4^{-3}) و الكبريتات (SO_4^{-2})
- أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أياً من حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز ولكن هذه الأنيونات تعطى محاليل أملاحها **راسباً** مع محلول كلوريد الباريوم

علل: لا يستخدم أياً من حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز فى الكشف عن أنيونات الفوسفات والكبريتات بينما يستخدم محلول كلوريد الباريوم.

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الفوسفات	PO_4^{-3}	محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من فوسفات الباريوم يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف $2Na_3PO_4 + 3BaCl_2 \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2\downarrow + 6NaCl$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول نترات الفضة يتكون راسب أصفر من فوسفات الفضة يذوب فى كل من محلول النشادر وحمض النيتريك $Na_3PO_4 + 3AgNO_3 \longrightarrow 3NaNO_3 + Ag_3PO_4\downarrow$

الأنيون	الرمز	الكشف عنه [التجربة الأساسية]
الكبريتات	SO_4^{-2}	محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف $Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2NaCl$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص(II) يكون راسب أبيض من كبريتات الرصاص(II) $Na_2SO_4 + (CH_3COO)_2Pb \longrightarrow 2CH_3COONa + PbSO_4\downarrow$

كيف نميز بين: يوديد الفضة وفوسفات الفضة (بإستخدام محلول النشادر) .

كيف نميز بين: كبريتات الباريوم وفوسفات الباريوم (بإستخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف) .

لديك ثلاث أملاح للصوديوم [A , B , C]: تم عمل ثلاث محاليل لهذه الاملاح ثم أضيف لكل منها محلول نترات الفضة فإذا كانت النتائج كالآتى : محلول [A] : يعطى راسب أسود ، محلول [B] : يعطى راسب أبيض ، محلول [C] : يعطى راسب أصفر لا يذوب فى محلول النشادر.

حدد أنيونات الاملاح الثلاثة مع كتابة معادلات التفاعلات الحادثة

ملخص الكشف عن أنيونات محلول كلوريد الباريوم

التجربة الأساسية: محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

- إذا تكون راسب أبيض يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف ← يكون الأنيون **فوسفات**
- إذا تكون راسب أبيض لا يذوب فى حمض الهيدروكلوريك المخفف ← يكون الأنيون **كبريتات**

التجربة التأكيدية

- محلول الملح + نترات الفضة ← يتكون راسب أصفر
- محلول الملح + أسيتات الرصاص (II) ← يتكون راسب أبيض

(ب) الكشف عن الشق القاعدي فى الأملاح البسيطة

- يعتبر الكشف عن الشق القاعدى أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضى . (علل)
- وذلك بسبب :
  1. كثرة عدد الشقوق القاعدية .
  2. التداخل فيما بينها
  3. إمكانية وجود الشق الواحد فى أكثر من حالة تأكسد
- نقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات: تسمى المجموعات التحليلية
- لكل مجموعة كاشف معين يسمى كاشف المجموعة ويعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الفلزات فى الماء

المجموعة التحليلية	كاشف المجموعة	الهيئة التى تترسب عليها
الأولى	حمض الهيدروكلوريك المخفف	كلوريدات
الثانية	H_2S + HCl (dil)	كبريتيدات
الثالثة	هيدروكسيد الأمونيوم	هيدروكسيدات
الخامسة	كربونات الأمونيوم	كربونات





المجموعة التحليلية الأولى

كاتيوناتها : الفضة (I) ، الزئبق (I) ، الرصاص (II)

المجموعة التحليلية الثانية

أحد كاتيوناتها : النحاس (II)

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على **هيئة كبريتيدات** فى الوسط الحامضى ويتم ذلك بإذابة الملح فى الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف **ليصير المحلول حامضياً** ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين .

الكاتيون	الرمز	تفاعله مع كاشف المجموعة [التجربة الأساسية]
النحاس	Cu^{+2}	محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($HCl + H_2S$) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب فى حمض النيتريك الساخن $CuSO_4 + H_2S \longrightarrow H_2SO_4 + CuS\downarrow$

المجموعة التحليلية الثالثة

من كاتيوناتها : الالومنيوم ، الحديد (II) ، الحديد (III)

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثالثة على **هيئة هيدروكسيدات** بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم

علل: يستخدم هيدروكسيد الامونيوم فى الكشف عن كاتيونات المجموعة الثالثة.

ج : لأن كاتيونات المجموعة الثالثة تترسب على هيئة هيدروكسيدات (هيدروكسداتها لا تذوب فى الماء)

الكاتيون	الرمز	تفاعله مع كاشف المجموعة [التجربة الأساسية]
الالومنيوم	Al^{+3}	محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب أبيض جلاتينى من هيدروكسيد الالومنيوم يذوب فى الأحماض المخففة و NaOH $Al_2(SO_4)_3 + 6NH_4OH \longrightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + 3(NH_4)_2SO_4$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض جلاتينى من هيدروكسيد الالومنيوم $Al_2(SO_4)_3 + 6NaOH \xrightarrow{conc.} 2Al(OH)_3\downarrow + Na_2SO_4$ يذوب فى وفرة من هيدروكسيد الصوديوم مكوناً ميتا الومينات الصوديوم $Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + H_2O$

الباب الثانى

كيمياء - الثانوية العامة

المايسترو

٠١١٥٥٧٩٩٧٧٩



الكاتيون	الرمز	تفاعله مع كاشف المجموعة [التجربة الأساسية]
الحديد (II)	Fe^{+2}	محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء و يذوب فى الأحماض $FeSO_4 + 2NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II) $FeSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$

الكاتيون	الرمز	تفاعله مع كاشف المجموعة [التجربة الأساسية]
الحديد (III)	Fe^{+3}	محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم) يتكون راسب جلاتينى لونه بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III) يذوب فى الأحماض $FeCl_3 + 3NH_4OH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4Cl$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بنى محمر من هيدروكسيد الحديد (III) $FeCl_3 + 3NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$

المجموعة التحليلية الخامسة

أحد كاتيوناتها : الكالسيوم

تترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الخامسة على **هيئة كربونات** بإضافة كربونات الأمونيوم

الكاتيون	الرمز	تفاعله مع كاشف المجموعة [التجربة الأساسية]
الكالسيوم	Ca^{+2}	محلول الملح + كاشف المجموعة (كربونات الأمونيوم) يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يذوب فى حمض HCl المخفف $CaCl_2 + (NH_4)_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2NH_4Cl$ ويذوب فى الماء المحتوى على CO_2 $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$
التجربة التأكيدية		محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض من كبريتات الكالسيوم $CaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl + CaSO_4\downarrow$ **الكشف الجاف :** تُكسب كاتيوناته لهب بنزن لون **أحمر طوبى**

٠١١٥٥٧٩٩٧٧٩ المايسترو ٠١١٥٥٧٩٩٧٧٩

الباب الثانى المايسترو كيمياء - الثانوية العامة



ملخص الكشف عن الشقوق القاعدية (الكاتيونات)

التجربة الأساسية: محلول الملح +

- $H_2S + HCl$ ← إذا تكون: راسب أسود ← يكون الكاتيون: **النحاس(II)**
- محلول هيدروكسيد الأمونيوم ← إذا تكون:
  - راسب أبيض جلاتيني ← يكون الكاتيون: **الالومنيوم**
  - راسب أبيض مخضر ← يكون الكاتيون: **الحديد(II)**
  - راسب بنى محمر ← يكون الكاتيون: **الحديد(III)**
- محلول كربونات الأمونيوم ← إذا تكون: راسب أبيض ← يكون الكاتيون: **الكالسيوم**

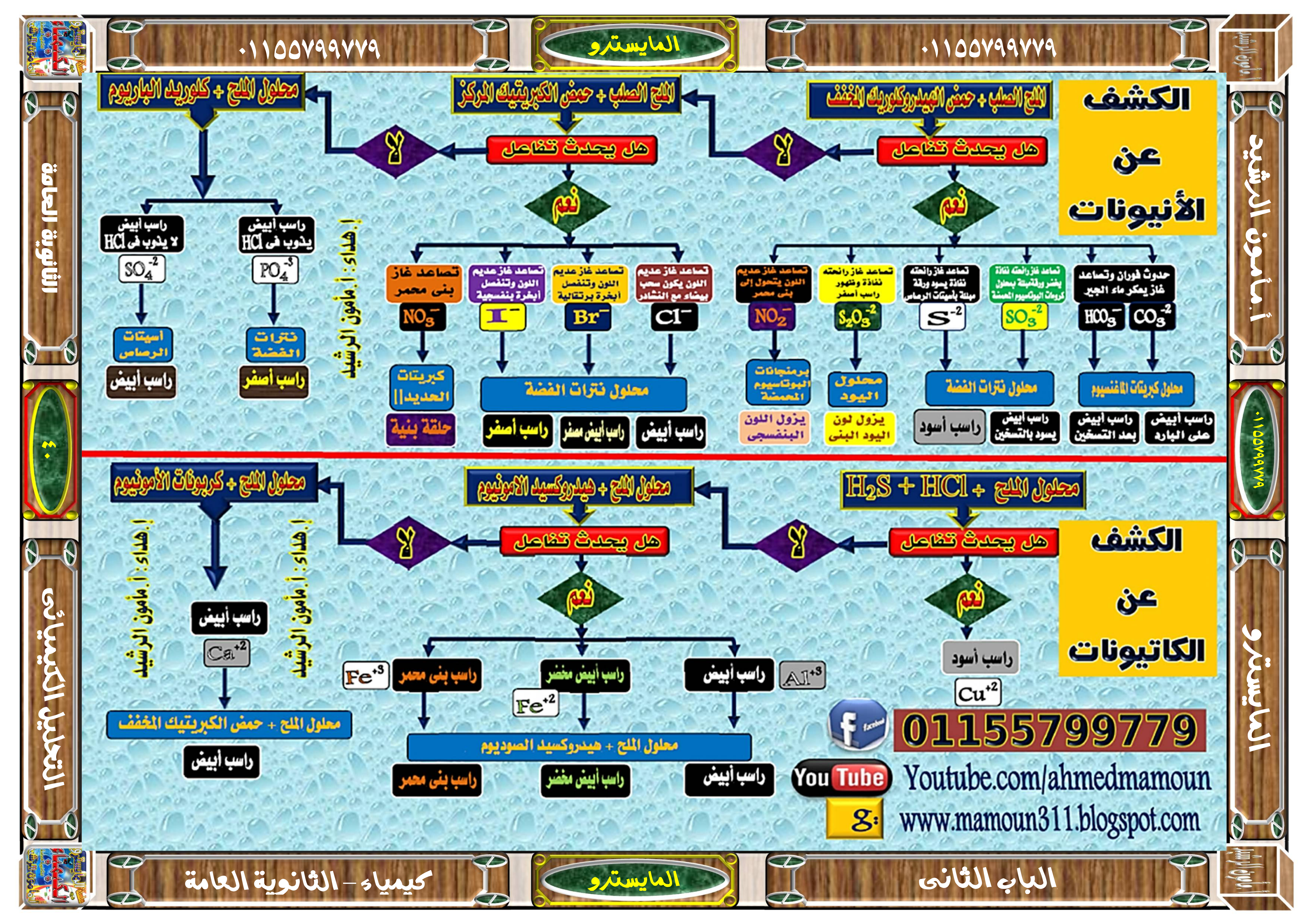
التجربة التأكيدية

- محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون:
  - راسب أبيض جلاتيني
  - راسب أبيض مخضر
  - راسب بنى محمر
- محلول الملح + حمض الكبريتيك المخفف ← يتكون: راسب أبيض

سؤال : امامك عينتان (أ) ، (ب) من محلول ملح ما ، إذا علمت أن الراسب الأبيض المتكون فى (ب) لا يذوب فى الأحماض استنتج الصيغة الكيميائية للملح . ثم اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات الحادثة فى كلا العينتين

كيف تميز بين: هيدروكسيد الالومنيوم وهيدروكسيد الحديد (III) (بإستخدام هيدروكسيد الصوديوم)

سؤال : امامك ثلاث محاليل املاح مختلفة للصوديوم أضيف إلي المحاليل الثلاث محلول نترات الفضة إذا علمت أن الراسب الأبيض المتكون فى (C) يسود بالتسخين والراسب الأصفر المتكون فى (B) يذوب فى محلول النشادر استنتج أنيونات الأملاح الثلاثة . ثم اكتب المعادلات الكيميائية المعبرة عن التفاعلات الحادثة .



أ.مأمون الرشيد
٠١١٥٥٧٩٩٧٧٩
المايسترو
الباب الثانى
التحليل الكيميائى
٤٠
الثانوية العامة
كيمياء – الثانوية العامة
الكشف عن الأنيونات
الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف
هل يحدث تفاعل
نعم
لا
حدوث فوران وتصاعد غاز يعكر ماء الجير
CO_3^{-2}
HCO_3^{-}
محلول كبريتات الماغنسيوم
راسب أبيض على البارد
راسب أبيض بعد التسخين
تصاعد غاز رائحته نفاذة يخضر ورقة مبللة بمحلول كرومات البوتاسيوم المحمضة
SO_3^{-2}
تصاعد غاز رائحته نفاذة يسود ورقة مبللة بأسيتات الرصاص
S^{-2}
محلول نترات الفضة
راسب أبيض يسود بالتسخين
راسب أسود
تصاعد غاز رائحته نفاذة وظهور راسب أصفر
$S_2O_3^{-2}$
محلول اليود
يزول لون اليود البنى
تصاعد غاز عديم اللون يتحول إلى بنى محمر
NO_2^{-}
برمنجانات البوتاسيوم المحمضة
يزول اللون البنفسجى
الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز
تصاعد غاز عديم اللون يكون سحب بيضاء مع النشادر
Cl^{-}
تصاعد غاز عديم اللون وتنفصل أبخرة برتقالية
Br^{-}
تصاعد غاز عديم اللون وتنفصل أبخرة بنفسجية
I^{-}
تصاعد غاز بنى محمر
NO_3^{-}
راسب أبيض
راسب أبيض مصفر
راسب أصفر
كبريتات الحديد II
حلقة بنية
محلول الملح + كلوريد الباريوم
راسب أبيض يذوب فى HCl
PO_4^{-3}
نترات الفضة
راسب أصفر
راسب أبيض لا يذوب فى HCl
SO_4^{-2}
أسيتات الرصاص
راسب أبيض
إهداء : أ.مأمون الرشيد
الكشف عن الكاتيونات
محلول الملح + HCl + H_2S
راسب أسود
Cu^{+2}
محلول الملح + هيدروكسيد الأمونيوم
راسب أبيض
Al^{+3}
راسب أبيض مخضر
Fe^{+2}
راسب بنى محمر
Fe^{+3}
محلول الملح + هيدروكسيد الصوديوم
محلول الملح + كربونات الأمونيوم
Ca^{+2}
محلول الملح + حمض الكبريتيك المخفف
01155799779
Youtube.com/ahmedmamoun
www.mamoun311.blogspot.com

تراكم معرفى

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات صيغية أو إلكترونات)

$$Al^{+3} + 3e^{-} \longrightarrow Al$$

■ نلاحظ يلزم ٣ مول من الإلكترونات لإختزال ١ مول من أيونات Al^{+3} لتكوين ١ مول من Al

الكتلة المولية (g) :- مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة فى تركيب الجزئ أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام .

احسب عددالـمولات فى ٤٥٠ جرام من كربونات الكالسيوم

[Ca=40 , C = 12 , O=16]

١ مـول من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ = ٤٠+ ١٢+ (١٦×٣) = ١٠٠جرام

عدد الـمولات = كتلة المادة ÷ الكتلة المولية = ٤٥٠ ÷ ١٠٠ = ٤,٥ مـول

كتلة المادة بالجرام / عدد المولات × الكتلة المولية

احسب عدد الجزيئات فى ٢ مول من النشادر

عدد الجزيئات = عدد الـمولات × عدد أفوجادرو

عدد الجزيئات = ٢ × ٦,٠٢ × ١٠ ^٢٣^ = ١٢,٠٤ × ١٠ ^٢٣^ جـــزئ

عدد الجزيئات / عدد المولات × عدد أفوجادرو

احسب عدد الـمولات فى ٦٧,٢ لترًا من غاز النشادر في STP

عدد الـمولات = حجم الـغاز ÷ ٢٢,٤

عدد الـمولات = ٦٧,٢ ÷ ٢٢,٤ = ٣ مـول

حجم الغاز / عدد المولات × 22.4

احسب كثافة الأكسجين تحت الظروف القياسية (STP) [O = 16]

الكتلـة الموليـة للأكسجين = ١٦ × ٢ = ٣٢ جـرام

كثافة الأكسجين = ٣٢ ÷ ٢٢,٤ = ١,٤٣ جم / لتر

الكتلة المولية / كثافة الغاز × 22.4

احسب تركيز محلول (Na_2CO_3) الناتج من إذابة ٢٦,٥ جرام منه فى ٥٠٠ ملليلتر من الماء. [Na = 23 , C = 12 , O = 16]

الـمول الواحد من (Na_2CO_3) =(٢٣×٢) + ١٢ + (٣ × ١٦) = ١٠٦ جـرام

عدد المولات = ٢٦,٥ ÷ ١٠٦ = ٠,٢٥ مول

الحجم باللتر = ٥٠٠ ÷ ١٠٠٠ = ٠,٥ لـتر

التركيز = ٠,٢٥ ÷ ٠,٥ = ٠,٥ مولاري

عدد المولات / التركيز × حجم المحلول

النسبة المئوية الكتلية لعنصر فى مركب = $\frac{\text{كتلة العنصر فى مول من المركب} \times ١٠٠}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$

النسبة المئوية الكتلية لمركب فى عينة غير نقية = $\frac{\text{كتلة المركب فى العينة} \times ١٠٠}{\text{الكتلة العينة غير النقية}}$







ثانياً التحليل الكيميائي الكمي

أولاً التحليل الحجمى
طريقة تعتمد علي قياس حجوم المواد المراد تقديرها

ثانياً التحليل الكتلى
يعتمد على فصل المكون المراد تقديره ثم تعيين كتلته

سؤال : قارن بين:-
التحليل الحجمى والتحليل الكتلى (الوزنى)
ما المقصود بـ : المعايرة – المحلول القياسي

١ أولاً: التحليل الحجمى

المعايرة

هي تقدير تركيز مادة معلومة الحجم بإستخدام مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي)

أو هي عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز

المحلول القياسي هو محلول معلوم الحجم والتركيز

- لإختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب الذى يتم بين محلولى المادتين وتنقسم هذه التفاعلات إلى:-

[١] **تفاعلات تعادل**: وتستخدم لتقدير الأحماض والقواعد.
[٢] **تفاعلات أكسدة واختزال**: وتستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
[٣] **تفاعلات الترسيب**: وتستخدم في تقدير المواد التى تعطى نواتج شحيحة الذوبان فى الماء.

فى تفاعلات التعادل: تستخدم أدلة لمعرفة النقطة التى يتم عندها تمام التفاعل (نقطة التعادل).

الأدلة

هي مواد يتغير لونها بتغير وسط التفاعل وتستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل

الدليل	اللون في الوسط الحمضى	اللون فى الوسط القلوى	اللون فى الوسط المتعادل
عباد الشمس	أحمر	أزرق	أرجوانى
الميثيل البرتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
أزرق بروموثيمول	أصفر	أزرق	أخضر فاتح
الفينولفثالين	عديم اللون	أحمر	عديم اللون



علل : لايستخدم الوسط الحامضى فى التمييز بين عباد الشمس والميثيل البرتقالي

الإجابة : لأن كلاهما يعطى لون احمر فى الوسط الحامضى

علل : لايستخدم الوسط القلوي فى التمييز بين عباد الشمس وأزرق بروموثيمول.

الإجابة : لأن كلاهما يعطى لون أزرق فى الوسط القلوي

علل : لا يستخدم الفينولفثالين فى الكشف عن المحاليل الحامضية .

الإجابة : لأنه يكون عديم اللون(يزول لونه) فى المحاليل الحامضية

س : اشرح كيف يمكنك عملياً تعيين تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم معلوم الحجم بواسطة محلول حمض الهيدروكلوريك معلوم التركيز

- يوضع حجم معلوم من محلول NaOH فى الدورق ويضاف إليها نقطتين من دليل مناسب.
- يوضع محلول معلوم التركيز (٠,١ مولارى) من حمض HCl فى السحاحة
- نضيف الحمض بالتدريج إلى محلول هيدروكسيد الصوديوم حتى يتغير لون الدليل إلى اللون المناسب الذى يدل على نهاية التفاعل (نقطة التعادل)

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

يستخدم القانون الآتى:

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

أو

$$M_a V_a n_b = M_b V_b n_a$$

حيث:-

M_a	تركيز الحمض المستخدم (مول/لتر)	M_b	تركيز القلوى المستخدم
V_a	حجم الحمض المستخدم	V_b	حجم القلوى المستخدم
n_a	عدد مولات الحمض فى معادلة التفاعل (حامضية القاعدة)	n_b	عدد مولات القلوى فى المعادلة (قاعدية الحمض)

ملاحظات هامة

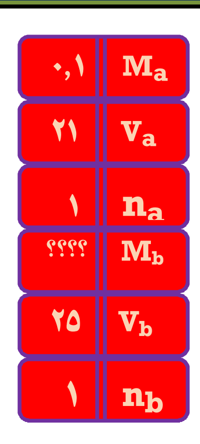
الدليل	مدى PH له	يستخدم عند معايرة
عباد الشمس	٥ : ٨	حمض قوي مع قاعدة قوية
الميثيل البرتقالي	٣,١ : ٤,٤	حمض قوي مع قاعدة ضعيفة
أزرق بروموثيمول	٦ : ٧,٦	حمض قوي مع قاعدة قوية
الفينولفثالين	٨,٣ : ١٠	حمض ضعيف مع قاعدة قوية

ـ الصيغ الكيميائية لبعض الأحماض والقواعد :

حمض الهيدروكلوريك	HCl	حمض الكبريتيك	H_2SO_4	حمض النيتريك	HNO_3
هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$	هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH	هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$

مثال :أجريت معايرة ٢٥ ملليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH باستخدام حمض HCl ٠,١ مولارى وعند تمام التفاعل استهلك ٢١ ملليلتر من الحمض احسب تركيز NaOH (الصودا الكاوية)

الحـــــل



M_a	٠,١
V_a	٢١
n_a	١
M_b	؟؟؟؟
V_b	٢٥
n_b	١

ـ نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{٠,١ \times ٢١}{١} = \frac{M_b \times ٢٥}{١}$$

$$M_b = \frac{٠,١ \times ٢١}{٢٥} = ٠,٠٨٤ \text{ مول/لتر}$$

مثال أذيب ٥,٣ جرام من كربونات الصوديوم فى الماء المقطر حتى أصبح حجم المحلول ٠,٨ لتر ثم أخذ ٥٠ مللى من هذا المحلول فتعادل مع ١٠ مللى من حمض الهيدروكلوريك . احسب تركيز الحمض .

[Na= 23 , O = 16 , C = 12]

$$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

(٢ مول) (١مول)

أولاً : نحسب تركيز كربونات الصوديوم = $\frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}} = \frac{\text{كتلة المادة} \div \text{الكتلة المولية}}{\text{الحجم باللتر}}$

الكتلة المولية لكربونات الصوديوم Na_2CO_3 = (٢× ٢٣) + ١٢ + (١٦ × ٣) = ١٠٦ جرام

تركيز كربونات الصوديوم = $\frac{٥,٣ \div ١٠٦}{٠,٨}$ = ٠,٠٦٢٥ مولارى

M_a	؟؟؟
V_a	١٠
n_a	٢
M_b	٠,٠٦٢٥
V_b	٥٠
n_b	١

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{M_a \times ١٠}{٢} = \frac{٠,٠٦٢٥ \times ٥٠}{١}$$

$$M_a = \frac{٢ \times ٠,٠٦٢٥ \times ٥٠}{١٠ \times ١} = ٠,٦٢٥ \text{ مول/لتر}$$

إذا كان المجهول تركيز وحجم القاعدة أو الحمض

١ـ نستبدله بعدد المولات

٢ـ نضرب عدد المولات فى كتلة المول (المولية) لحساب كتلة الحمض أو القاعدة

٣ـ نقسم الكتلة على كتلة الخليط (العينة) ونضرب الناتج فى ١٠٠ لمعرفة النسبة المئوية

مثال مخلوط من مادة صلبة يحتوى على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم. لزم لمعايرة ٠,١ جرام منه حتى تمام التفاعل ١٠ ملليلتر من ٠,١ مولارى حمض هيدروكلوريك. احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط. [Na= 23 , O = 16 , H = 1]

ـ نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك

$$\underset{(\text{1 mol})}{HCl} + \underset{(\text{1 mol})}{NaOH} \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{٠,١ \times ٠,٠١}{١} = \frac{M_b \times V_b}{١}$$

∴ $M_b \times V_b$ = عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم = ٠,٠٠١ مول

ـ كتلة هيدروكسيد الصوديوم = عدد المولات × كتلة المول الواحد

= ٠,٠٠١ × (٢٣ + ١٦ + ١) = ٠,٠٤ جرام

نسبة هيدروكسيد الصوديوم فى المخلوط = $\frac{٠,٠٤ \times ١٠٠}{٠,١}$ = ٤٠٪

مثال أضيف ١٠ ملليلتر من ٠,١ مولر حمض الكبريتيك إلى ٠,٢ جرام من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل. احسب نسبة كربونات الكالسيوم فى العينة (درجة نقاء العينة). [Ca= 40 , O = 16 , C = 12]

ـ نكتب المعادلة الموزونة لتفاعل حمض الكبريتيك مع كربونات الكالسيوم

$$\underset{(\text{1 mol})}{H_2SO_4} + \underset{(\text{1 mol})}{CaCO_3} \longrightarrow CaCl_2 + 2H_2O$$

$$\frac{M_a \times V_a}{n_a} = \frac{M_b \times V_b}{n_b}$$

$$\frac{٠,١ \times ٠,٠١}{١} = \frac{M_b \times V_b}{١}$$

∴ $M_b \times V_b$ = عدد مولات كربونات الكالسيوم = ٠,٠٠١ مول

ـ كتلة كربونات الكالسيوم = عدد المولات × كتلة المول الواحد

= ٠,٠٠١ × [٤٠ + ١٢ + (١٦×٣)] = ٠,١ جرام

نسبة كربونات الكالسيوم فى العينة = $\frac{٠,١ \times ١٠٠}{٠,٢}$ = ٥٠ ٪

مسائل التخفيف

عدد مولات المذاب(قبل التخفيف) = عدد مولات المذاب (بعد التخفيف)

التركيز × الحجم (قبل التخفيف) = التركيز × الحجم (بعد التخفيف)

مثال احسب حجم الماء اللازم إضافته إلى ٢٠٠ ملليلتر من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (٠,٣ مول/لتر) لتحويله إلى محلول تركيزه ٠,١ مول/لتر

التركيز × الحجم (قبل التخفيف) = التركيز × الحجم (بعد التخفيف)

٢٠٠ × ٠,٣ = ٠,١ × الحجم (بعد التخفيف)

الحجم (بعد التخفيف)= $\frac{٢٠٠ \times ٠,٣}{٠,١}$ = ٦٠٠ ملليلتر

الحجم اللازم إضافته ليصبح ٦٠٠ مللى = ٦٠٠ – ٢٠٠ = ٤٠٠ ملليتر

لتحديد إذا كان المحلول حامضى أو قلوى أو متعادل بمعلومية التركيز والحجم

إذا كان $M_b V_b n_a = M_a V_a n_b$ يكون المحلول متعادل

إذا كان $M_b V_b n_a > M_a V_a n_b$ يكون المحلول حامضى

إذا كان $M_b V_b n_a < M_a V_a n_b$ يكون المحلول قاعدى



٢ ثانياً: التحليل الكتلي

- يتم فصل أحد مكونات المادة بأحدي الطرق الأتية :

١- طريقة التطاير   ٢- طريقة الترسيب

أولاً : طريقة التطاير

- هي طريقة تعتمد على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره

خطوات حل المسائل :

١- كتلة ماء التبلر = الكتلة المتهدرتة - الكتلة الجافة (بعد التسخين)

٢- النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{\text{كتلة ماء التبلر} \times ١٠٠}{\text{الكتلة المتهدرتة}}$

٣- نحسب الكتلة الجزيئية للمركب غير المتهدرتة (بدون ماء)

٤- عدد جزيئات الماء فى الجزئ = $\frac{\text{الكتلة الجزيئية للمركب} \times \text{كتلة ماء التبلر}}{\text{الكتلة الجافة} \times ١٨}$

مثال : إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $BaCl_2.XH_2O$ تساوى ٢,٦٩٠٣ جرام سُخنت تسخيناً شديداً حتى ثبتت كتلتها فوجدت ٢,٢٩٣٣ جرام. احسب النسبة المئوية لماء التبلر. ثم اوجد عدد جزيئات ماء التبلر المرتبطة بجزئ كلوريد الباريوم وصيغته الجزيئية .

[Ba=137 , Cl=35.5 , O=16 , H=1]

الحل

كتلة ما التبلر = الكتلة قبل التسخين – الكتلة بعد التسخين

= ٢,٦٩٠٣ – ٢,٢٩٣٣ = ٠,٣٩٨ جم

النسبة المئوية لماء التبلر = $\frac{\text{كتلة ماء التبلر} \times ١٠٠}{\text{الكتلة المتهدرتة}}$ = $\frac{٠,٣٩٨ \times ١٠٠}{٢,٦٩٠٣}$ = ١٤,٧٩ ٪

الكتلة الجزيئية لـ $BaCl_2$ = ١٣٧ + (٣٥,٥ × ٢) = ٢٠٨ جرام

عدد جزيئات الماء فى الجزئ = $\frac{\text{الكتلة الجزيئية للمركب} \times \text{كتلة ماء التبلر}}{\text{الكتلة الجافة} \times ١٨}$

= $\frac{٢٠٨ \times ٠,٣٩٨}{٢,٢٩٣٣ \times ١٨}$ = ٢ جزئ

∴ الصيغة الجزيئية هي $BaCl_2.2H_2O$



مثال : اكتب الصيغة الكيميائية لبللورات كلوريد الحديد (III) $FeCl_3 . X H_2O$ من المعلومات الآتية:

كتلة الجفنة (زجاجة الوزن) فارغة = ٩,٣٧٥ جرام

كتلة الجفنة وبها كلوريد الحديد المتهدرت = ١٠,٧٢٧٥ جرام

كتلة الجفنة بعد التسخين = ١٠,١٨٧٥ جرام

[Fe = 56 , Cl = 35.5 , H = 1 , O = 16]

الحـــــــــــــل

كتلة الملح المتهدرت = ١٠,٧٢٧٥ – ٩,٣٧٥ = ١,٣٥٢٥ جرام

كتلة الملح الجاف = ١٠,١٨٧٥ – ٩,٣٧٥ = ٠,٨١٢٥ جرام

كتلة ماء التبلر = ١,٣٥٢٥ – ٠,٧٥٢٥ = ٠,٥٤ جرام

الكتلة المولية لـــ **ملح الجاف** $FeCl_3$ = ٥٦ + (٣٥,٥ × ٣) = ١٦٢,٥ جرام

عدد جزيئات الماء فى الجزئ = (الكتلة المولية للملح الجاف × كتلة ماء التبلر) / (الكتلة الجافة × ١٨)

= (١٦٢,٥ × ٠,٥٤) / (٠,٨١٢٥ × ١٨) = ٦ جـــزئ

∴ **الصيغة الكيميائية** هـــي $FeCl_3 . \mathbf{6}\ H_2O$

مثال : احسب عدد مولات ماء التبلر فى عينة من كبريتات الماغنسيوم المتهدرتة $MgSO_4 . X H_2O$ ، إذا علمت أنها تحتوى على ٦٢,٢٦ ٪ من كتلتها ماء تبلر .

[Mg = 24 , S = 32 , H = 1 , O = 16]

كتلة الملح المتهدرت	كتلة الملح الجاف	كتلة ماء التبلر	عدد مولات مولات التبلر
١٠٠	٣٧,٧٤	٦٢,٢٦	(١٢٠ × ٦٢,٢٦) / (٣٧,٧٤ × ١٨) = ١١ مول
الكتلة المولية	١٢٠	١٨	
∴ الصيغة الكيميائية هـــي $MgSO_4 . \mathbf{11}\ H_2O$			

مثال : عينة من كلوريد الحديد (II) المتهدرت $FeCl_2 . X H_2O$ كتلتها ٢ جم فإذا كانت نسبة ماء التبلر فى العينة ٣٦,١٨ ٪ احسب كتلة ماء التبلر فى العينة ، واكتب الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت

[أجب بنفسك] [Fe = 56 , Cl = 35.5 , H = 1 , O = 16]

[الجواب : ٠,٧٢٣٦ جرام – $FeCl_2 . 4 H_2O$]

ثانياَ : طريقة الترسيب

- هي طريقة تعتمد على ترسيب العنصر أو المركب المراد تقديره على هيئة مركب نقى غير قابل للذوبان فى الماء وفصل بورق ترشيح بدون رماد.

ورق ترشيح بدون رماد: نوع من ورق الترشيح يحترق إحتراقاَ كاملا ولا يترك أى رماد

مثال أُضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = ٢ جم احسب كتلة كلوريد الباريوم فى المحلول.
[O = 16 ,S = 32 , Cl = 35.5 , Ba = 137]

الحل

$BaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$

١ مول (مطلوب) ⟶ ١ مول (معطي)

س :كتلة كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (المطلوب) =

عدد مولات $BaCl_2$ (من المعادلة) (المطلوب) × كتلة المول الواحد من $BaCl_2$ (المطلوب) × كتلة $BaSO_4$ (من المسألة)
÷
عدد مولات $BaSO_4$ (المعطى) × كتلة المول منه (المعطى)

= (١ × [١٣٧ + (٣٥,٥ × ٢)] × ٢) ÷ (١ × [١٣٧ + ٣٢ + (١٦ ×٤)]) = ١,٧٨٥ جم

مثال أذيب ٢ جرام من كلوريد الصوديوم غير النقى فى الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب ٤,٦٣٨ جرام من كلوريد الفضة . احسب نسبة الكلور فى العينة [Ag=108 , Cl= 35,5 , Na = 23]

الحل

$NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl + Na\,NO_3$

١ مول (مطلوب) ⟶ ١ مول (معطي)

عدد مولات (المطلوب) (من المعادلة) × كتلة المول الواحد من (المطلوب) × كتلة (المعطى) (من المسألة)
÷
عدد مولات (المعطى) (من المعادلة) × كتلة المول من (المعطى)

كتلة كلوريد الصوديوم $NaCl$ = (١ × [٢٣ + ٣٥,٥] × ٤,٦٣٨) ÷ (١ × [١٠٨ + ٣٥,٥]) = ١,٨٩ جم

$NaCl \longrightarrow Cl$

١ مول (معطى) من الخطوة السابقة ⟶ ١ مول (مطلوب)

كتلة الكلور Cl_2 العينة = (١ × [٣٥,٥] × ١,٨٩) ÷ (١ × [٢٣ + ٣٥,٥]) = ١,١٥ جم

نسبة الكلور Cl_2 العينة = (كتلة الكلور × ١٠٠) ÷ كتلة العينة = (١,١٥ × ١٠٠) ÷ ٢ = ٥٧,٥ ٪

مثال ١٠ جرام من خليط مكون من كبريتات الصوديوم وكلوريد صوديوم أضيف إليه حمض كبريتيك مركز مع التسخين وجمع غاز كلوريد الهيدروجين المتصاعد فكان حجمه ٢,٢٤ لتر فى (STP) . احسب نسبة كبريتات الصوديوم فى الخليط. [Cl= 35,5 , Na = 23]

- لاحظ هنا التفاعل بين حمض الكبريتيك وكلوريد الصوديوم ولا يتفاعل مع كبريتات الصوديوم لأن بينهم أيون مشترك وهو الكبريتات $(SO_4)^{-2}$

$2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

٢ مول (مطلوب) ⟶ ٢ مول (معطي)

$$\frac{\text{عدد مولات (المطلوب) (من المعادلة)} \times \text{كتلة المول الواحد من (المطلوب)} \times \text{كتلة (المعطى) (من المسألة)}}{\text{عدد مولات (المعطى) (من المعادلة)} \times (٢٢,٤)}$$

كتلة كلوريد الصوديوم NaCl = $\frac{٢ \times [٢٣ + ٣٥,٥] \times ٢,٢٤}{٢ \times ٢٢,٤}$ = ٥,٨٥ جم

كتلة كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 = ١٠ – ٥,٨٥ = ٤,١٥ جم

نسبة الكلور Cl_2 العينة = $\frac{\text{كتلة كبريتات الصوديوم فى الخليط} \times ١٠٠}{\text{كتلة الخلبط}}$ = $\frac{٤,١٥ \times ١٠٠}{١٠}$ = ٤١,٥ ٪

مثال سخن ٥,٢٦٣ جرام من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم فتبقى بعد التسخين ٣,٠٦٣ جرام . احسب النسبة المئوية للشوائب فى العينة . [الجواب : ٣٩,٤٩ ٪]

$CaCO_{3\,(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2\,(g)}$

[أجب بنفسك] [Na=23 , C = 12 , O = 16 , H = 1]

مثال يحتوى خام الحديد على ٣٠٪ من أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 كم طناً من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد

$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

[Fe= 56 , O = 16]

- أولاً نحسب كتلة أكسيد الحديد Fe_2O_3 اللازمة لإنتاج طن واحد من الحديد

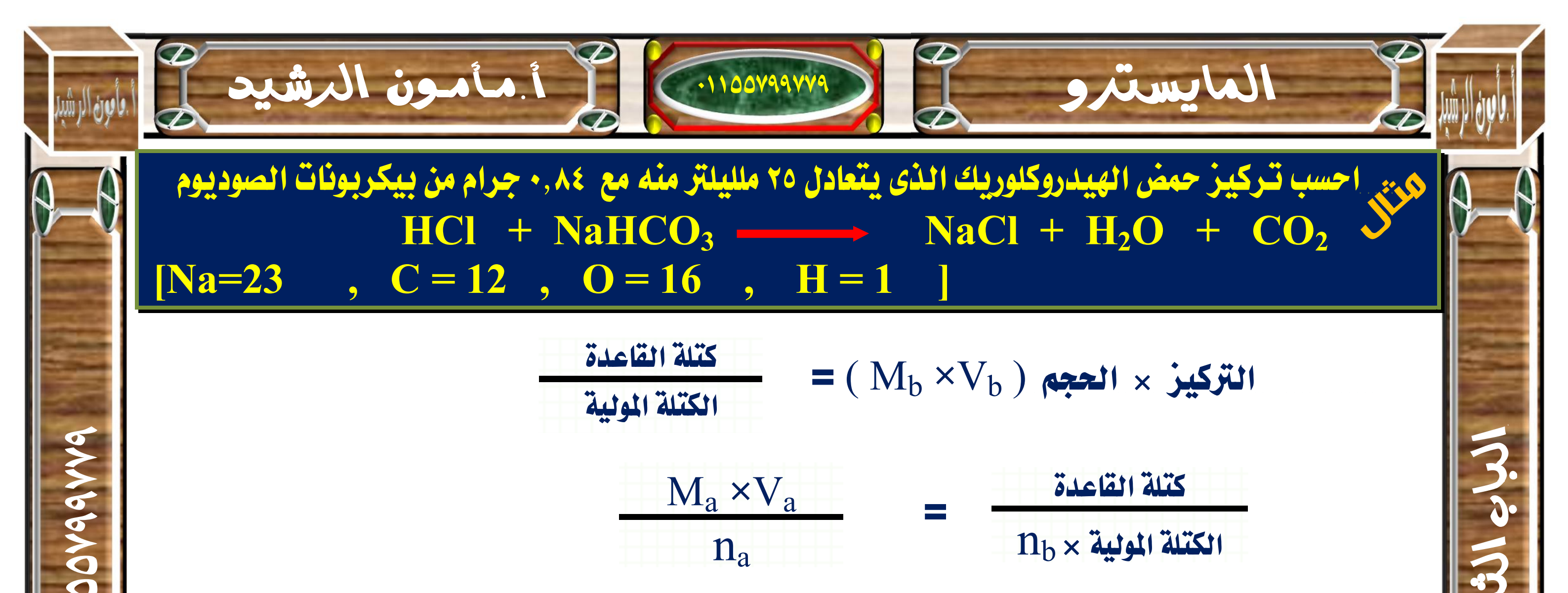
$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

١ مول (مطلوب) ⟶ ٢ مول (معطي)

كتلة أكسيد الحديد Fe_2O_3 = $\frac{١ \times [(٢\times٥٦) + (٣\times١٦)] \times ١ \text{ طن}}{٢ \times ٥٦}$ = ١,٤٣ جم

الخام		Fe_2O_3
١٠٠	⟶	٣٠
س	⟶	١,٤٣

كتلة الخام = $\frac{١,٤٣ \times ١٠٠}{٣٠}$ = ٤,٧٦ طن



مثال احسب تركيز حمض الهيدروكلوريك الذى يتعادل ٢٥ ملليلتر منه مع ٠,٨٤ جرام من بيكربونات الصوديوم

$$HCl + NaHCO_3 \longrightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

[Na=23 , C = 12 , O = 16 , H = 1]

التركيز × الحجم $= (M_b \times V_b)$ = كتلة القاعدة / الكتلة المولية

$\dfrac{M_a \times V_a}{n_a}$ = كتلة القاعدة / (n_b × الكتلة المولية)

$\dfrac{M_a \times ٠,٠٢٥}{١}$ = $\dfrac{٠,٨٤}{٨٤ \times ١}$

M_a = ٠,٤ مول / لتر